

DETERMINAÇÃO DOS RITMOS CIRCADIANOS E CIRCANUAIS NAS CONCENTRAÇÕES PLASMÁTICAS DE TESTOSTERONA E ANDROSTENEDIONA EM MACHOS OVINOS¹

Maria Inês Lenz Souza
Luis Fernando Uribe-Velásquez
Sony Dimas Bicudo
Alcides de Amorim Ramos

SOUZA², M.I.L.; URIBE-VELÁSQUEZ³, L.F.; BICUDO⁴, S.D.; RAMOS⁵, A.A. Determinação dos ritmos circadianos e circanuais nas concentrações plasmáticas dos esteróides testiculares em machos ovinos. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, v. 9, n. 2, p. 123-127, 2006

RESUMO: Estudou-se a estacionalidade reprodutiva de machos ovinos no Estado de São Paulo para estabelecer os ritmos endócrinos circadianos e circanuais, de cinco carneiros Ideal-Polwarth. O sangue foi colhido por venopunção jugular, em um período de 24 horas, sendo as colheitas realizadas de duas em duas horas, a cada dois meses (seis momentos de colheita em um ano), para a obtenção do plasma e avaliação dos níveis de testosterona e androstenediona por radioimunoensaio. As concentrações plasmáticas de androstenediona e testosterona não permitiram a definição de um ritmo circadiano em suas respectivas secreções, porém, demonstraram ritmos circanuais, com níveis mais baixos de junho a outubro e mais elevados de dezembro a abril.

PALAVRAS-CHAVE: Ovinos. Androstenediona. Estacionalidade. Testosterona.

CIRCADIAN AND CIRCANNUAL RHYTHMS DETERMINATION IN TESTOSTERONE AND ANDROSTENEDIONE PLASMA CONCENTRATIONS IN OVINE MALES

SOUZA², M.I.L.; URIBE-VELÁSQUEZ³, L.F.; BICUDO⁴, S.D.; RAMOS⁵, A.A. Circadian and circannual rhythms determination in testosterone and androstenedione plasma concentrations in ovine males. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, v. 9, n. 2, p. 123-127, 2006

ABSTRACT: The reproductive seasonality of ovine males in Sao Paulo State was studied to establish the circadian and circannual endocrine rhythms of 5 Ideal-Polwarth rams. Blood was collected by puncturing the jugular vein for 24 hours with 2-hour intervals every 2 months (6 collections throughout the year) in order to obtain plasma and evaluate testosterone and the androstenedione levels by radioimmunoassay. The Testosterone and androstenedione plasma concentrations did not demonstrate a circadian rhythm in their respective secretions; however, they showed lower levels of circannual rhythms from June to October and higher from December to April.

KEYWORDS: Ovine. Androstenedione. Testosterone. Seasonality.

DETERMINACIÓN DE LOS RITMOS CIRCADIANOS Y CIRCANUALES EN LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS DE TESTOSTERONA Y ANDROSTENEDIONA EN MACHOS OVINOS

SOUZA², M.I.L.; URIBE-VELÁSQUEZ³, L.F.; BICUDO⁴, S.D.; RAMOS⁵, A.A. Determinación de los ritmos circadianos y circanuales en las concentraciones plasmáticas de testosterona y androstenediona en machos ovinos. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, v. 9, n. 2, p. 123-127, 2006

RESUMEN: Se estudió la estacionalidad reproductiva en machos ovinos en el Estado de São Paulo para determinar los ritmos endócrinos circadianos y circanuales, de cinco moruecos Ideal-Polwarth. La sangre se recogió por venopunción yugular, en un período de 24 horas, con las colectas de dos en dos horas, a cada dos meses (seis colectas en un año), para la obtención del plasma y evaluación de los niveles de la testosterona y androstenediona por el radioimunoensayo. Las concentraciones de la testosterona y androstenediona no permitieron la definición de un ritmo circadiano en sus secreciones, pero demostraron ritmos circanuales, con niveles más bajos de junio hasta octubre y más elevados de diciembre hasta abril.

PALABRAS CLAVE: Ovinos. Androstenediona. Estacionalidad. Testosterona.

¹Trabalho suportado financeiramente por FAPESP, São Pulo, SP.

²Médica Veterinária, Mestre, Doutora, Pós-Doutora, Professora. UFMS, Campo Grande, MS. mariaines@nin.ufms.br (autor para correspondência).

³Médico Veterinário, Mestre, Doutor, Pós-Doutor, Professor, Departamento de Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

⁴Professor, Médico Veterinário, Mestre, Doutor, Depto. de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, FMVZ/UNESP, Botucatu - SP - Brasil.

⁵Professor, Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutor, Depto. de Produção e Exploração Animal, FMVZ/UNESP, Botucatu - SP - Brasil.

Introdução

Os modelos secretórios de testosterona e androstenediona em carneiros diferem durante as estações reprodutiva e não-reprodutiva, e a atividade de monta está associada com frequência aumentada dos picos destes hormônios (STELMASIAK, 1979), cuja liberação varia em função do momento do dia. As concentrações médias de androstenediona (156 ± 37 pg/mL) não seguiram o mesmo modelo de secreção da testosterona (8020 ± 1232 pg/mL), em carneiros Merino, e essas diferenças podem, para Wong et al. (1977), relacionar-se às variações nos compostos secretados pelos testículos e no metabolismo periférico. As concentrações hormonais de testosterona em carneiros Suffolk, mantidos em condições naturais de fotoperíodo, avaliados durante um ano por Schanbacher e Lunstra (1976) atingiram o máximo durante o pico da estação reprodutiva (inverno). Resultados hormonais semelhantes foram alcançados por Udala (1992), com carneiros Polish, e por Borque e Sagüés (1993), com carneiros Manchega. Já Wilson e Lapwood (1978), em carneiros Romney Marsh, observaram secreção de testosterona significativamente mais baixa no inverno que no verão, assim como Taha et al. (2000) no Egito, embora suas secreções pulsáteis persistissem durante ambas as estações, sem evidenciar um ritmo circadiano.

A magnitude das modificações na duração do dia pode interagir com a raça para determinar a duração máxima do pico estacional de hormônios em carneiros. No experimento de D'Occhio e Brooks (1983a), carneiros Border Leicester, Romney e Suffolk mantidos em latitude de 35°S mostraram picos estacionais distintos nos níveis circulantes de testosterona, durante o final do verão e outono, enquanto os animais Poll Dorset tiveram elevados níveis de testosterona por um extenso período, desde o final do inverno até o outono. Nos Estados Unidos, machos Finn e Dorset, estudados por El-Alany et al. (2001) apresentaram resposta dilatada ao fotoperíodo natural, com o aumento na secreção de testosterona ocorrendo cerca de dois meses após o solstício de inverno. Pérez et al. (1997), no Uruguai, avaliando carneiros Corriedale verificaram uma concentração de testosterona mais alta durante o outono. Durante o verão, no experimento de D'Occhio e Brooks (1983b), carneiros Merino em latitude 35°S apresentaram picos de testosterona ao acaso, com diferenças muito grandes entre animais, com relação ao número de picos em 24 horas (1 a 7), sem evidências de um ritmo circadiano na secreção deste hormônio. No período de inverno e primavera, os níveis médios de testosterona em 24 horas foram mais baixos que os de verão, com menos picos durante as 24 horas e diminuições na testosterona basal e na amplitude de pico. Diferentemente, Bremner e Kretser (1984) verificaram que carneiros Merino e Romney exibiram concentrações plasmáticas mais baixas de testosterona desde o final do inverno até a primavera, aumentando a partir do verão. As diferenças entre raças podem ser explicadas, de acordo com Lincoln et al. (1990), pelas variações nos mecanismos neuroendócrinos centrais transmitindo os efeitos da duração do fotoperíodo e controlando a secreção de gonadotrofinas da hipófise. Contrariamente, Roselli et al. (2002) afirmaram que variações nas concentrações de testosterona podem aparecer como resultado de uma

diferença na receptividade funcional do testículo ao LH, mais do que na sensibilidade do eixo hipotálamo-hipófise ou no metabolismo periférico e clearance de testosterona.

Os níveis plasmáticos de testosterona obtidos de carneiros Corriedale jovens, ao longo do ano, em latitude 32°S foram mais altos no outono (maio) diminuíram, significativamente no inverno e mantiveram-se baixos durante a primavera e o verão, sendo, significativamente afetados pelo mês, mas não pelo animal (Gastel et al., 1995). Em animais Corriedale e Merino mantidos em clima subtropical e analisados por um ano, no qual a duração do dia oscilou em 4h50min., no experimento de Pérez-Clariget et al. (1998), as concentrações mínimas de testosterona ocorreram, em ambas as raças, no final do outono, e as máximas na metade do verão e início do outono. Os autores sugerem que a hipófise possa ter sensibilidade variável aos efeitos de retroalimentação da testosterona nos diferentes estágios do ciclo reprodutivo.

Na latitude 36°43'N, Khammar et al. (1996) constataram que a taxa de produção de testosterona pelos testículos ovinos exibiu marcante variação anual, sendo mínima no outono e no início do inverno, aumentando posteriormente, atingindo o máximo ao início do verão. Contrariamente à maioria dos resultados, Bielli et al. (1996), em latitude 32°SL, não encontraram diferenças significativas do mês sobre a concentração de testosterona plasmática em animais Corriedale. Na latitude 22°53'S, com carneiros Ideal, Bicudo (1999) verificou concentrações plasmáticas de testosterona mais baixas nos meses de maio, agosto e setembro. Ao avaliar as estações separadamente, o autor observou níveis mais baixos deste hormônio no inverno. Na região de Botucatu - SP (22°53' lat S e 46°29' long W), a diferença entre o dia mais longo (21/dezembro - 13,29 h luz) e o dia mais curto (21/junho - 10,40 h luz), embora aparentemente pequena, pode ser suficiente para imprimir a estacionalidade reprodutiva em fêmeas e machos das diversas raças de ovinos. Modificações estacionais na atividade reprodutiva são menos marcantes quando aproximam-se de zonas equatoriais porque, nestas áreas, as flutuações do fotoperíodo ocorrem entre limites mais estreitos. Desta forma, este experimento objetivou determinar, ao longo de um ano, a ocorrência de ritmos circadianos (24 horas) e circanuais (12 meses) nas concentrações plasmáticas de testosterona e androstenediona, em carneiros Ideal-Polwarth.

Material e métodos

Utilizaram-se cinco carneiros da raça Ideal-Polwarth, com idades entre 4 e 5 anos, alocados na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP/Botucatu, previamente submetidos a exame clínico geral e específico e, comprovadamente hígidos, sob o ponto de vista sanitário e reprodutivo. Os animais foram mantidos em regime de semi-confinamento, sob luminosidade natural, na latitude de 22°53'S e longitude 46°29'W, com manejo alimentar em pastagem natural complementada pela administração de 0,5 kg/cabeça/dia de ração concentrada (14% de proteína bruta), e disponibilidade *ad libitum* de mistura mineral e água. A alimentação foi mantida constante ao longo de todo o período experimental, tanto em volumoso, quanto em concentrado. O manejo sanitário e a avaliação clínica dos animais foram

constantemente monitorados. O experimento realizou-se de junho a maio, em condições naturais de temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa e radiação solar.

Com a finalidade de estabelecer os ritmos hormonais endógenos destes animais, em condições ambientes de fotoperíodo e temperatura, em 12 meses de experimento (ritmo circanual), a cada dois meses (correspondendo, sequencialmente, aos meses de junho, agosto, outubro, dezembro, fevereiro e abril) realizaram-se colheitas de sangue seriadas durante 24 horas, em intervalos de duas horas (ritmo circadiano), visando a avaliação das concentrações de testosterona e androstenediona. As colheitas de sangue foram procedidas por venopunção jugular em tubos de ensaio heparinizados⁶, em intervalos de duas horas, durante o período de 24 horas (das 08h30min. de um dia até as 06h30min. do dia seguinte). O sangue foi centrifugado a 2100 g por 15 minutos para obtenção de plasma, o qual separou-se em alíquotas e armazenou-se a -20°C até o momento das dosagens hormonais.

As dosagens hormonais realizaram-se pelo método de radioimunoensaio (RIA) usando-se kits comerciais para testosterona total⁷ e androstenediona direta⁸, armazenados até o momento do uso entre 2 e 8°C, com o auxílio do Laboratório de Endocrinologia da Faculdade de Medicina - UNESP/Botucatu, utilizando-se 10% de amostras de plasma em duplicata para a verificação do coeficiente de variação intraensaio e três repetições de uma amostra controle (pool de plasma) em duplicata, para determinação do coeficiente de variação interensaio. Na quantificação da androstenediona utilizou-se o dobro do volume recomendado pelo fabricante do kit comercial, e as concentrações obtidas foram divididas à metade, na tentativa de aumentar-se as chances de detecção hormonal no ensaio. A precisão intra-ensaio foi determinada por cálculo probabilístico obtendo-se: índice de reatividade (IR) de 39,50 e 55,55; erro intra-ensaio (EIE) de 4,10 e 0,0785; dose mínima detectável (DMD) de 1,47 e 2,03, e coeficiente de correlação (r) de 0,9961854 e 0,9968621, respectivamente para testosterona e para androstenediona.

Na análise estatística (ANOVA), os dados foram estudados, inicialmente, de acordo com as colheitas bimestrais (junho/95 a maio/96) e também agrupados em duas épocas do ano, compreendendo 6 meses cada uma (Época I - de março a agosto, envolvendo outono e inverno; Época II - de setembro a fevereiro, com primavera e verão). Estas duas épocas do ano são representativas das estações existentes no clima da região de Botucatu/SP. Para a análise da variância dos resultados hormonais, estes dados foram ajustados para os animais, momentos (24 h) e meses e/ou épocas de colheita de sangue. As diferenças entre médias submeteram-se ao teste de Tukey a 1 ou 5% de probabilidade. As somas de quadrados médios para a causa de mês e de momentos sobre as dosagens hormonais foram decompostas em polinômios ortogonais, com o objetivo de avaliar o efeito de seus graus e, assim, traçar os ritmos circadiano e/ou circanual ou o comportamento das variáveis estudadas ao longo do tempo

(Harvey, 1990; SAS, 1996).

Resultados e discussão

Não houve variação entre os 12 momentos de colheita nas 24 horas (intervalos de duas horas) quanto aos hormônios estudados ($p>0,05$; Figura 1), não sendo evidenciado, portanto, um ritmo circadiano de secreção e liberação, como observado também por Wilson e Lapwood (1978), D'Occhio e Brooks (1983a,b) e Bielli et al. (1996), que não encontraram tal ritmo. Ortavant et al. (1982) afirmaram que a liberação dos andrógenos varia em função do momento do dia, com uma fase noturna de alta atividade e outra, logo após a aurora, de baixa atividade. Segundo Stelmasiak (1979) e Darbeida e Brudieux (1980), a secreção ocorre em pulsos.

A testosterona também não variou entre os animais ($p>0,05$), ao contrário da androstenediona, que apresentou variação altamente significativa entre eles ($p<0,01$). D'Occhio e Brooks (1983b) constataram existir influência individual entre os animais estudados, ao contrário de Gastel et al. (1995), que não verificaram influência do animal sobre os níveis de testosterona. As concentrações de esteróides e outros hormônios por volume de sangue são conforme McDonald e Pineda (1989), altamente variáveis entre indivíduos e momentos, na dependência de vários fatores como a taxa de secreção, a liberação, o clearance metabólico, a idade, a frequência e as condições da amostragem e do ensaio. Por outro lado, para Roselli et al. (2002), as variações na testosterona podem resultar mais de diferenças na receptividade funcional do testículo ao LH do que na sensibilidade do eixo hipotálamo-hipófise ou no metabolismo periférico e clearance deste hormônio.

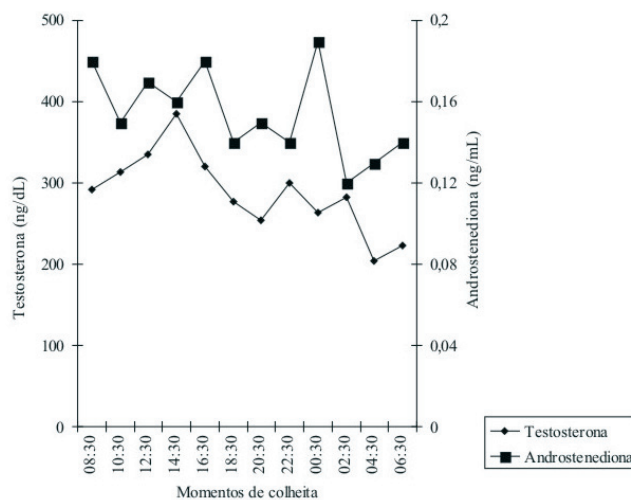


Figura 1 - Concentrações médias (ng/dL) de testosterona e androstenediona (ng/mL) em carneiros Ideal-Polwarth (n=5), em Botucatu/SP, durante 24 horas, com colheitas (n=12) a cada duas horas.

⁶Vacutainer Systems®, Becton Dickinson Vacutainer Systems Europe, Cedex - France

⁷Coat-A-Count® Total Testosterone, Diagnostic Products Corporation (DPC), 5700 West 96th Street, Los Angeles, CA 90045-5597

⁸Coat-A-Count® Direct Androstenedione, Diagnostic Products Corporation (DPC), 5700 West 96th Street, Los Angeles, CA 90045-5597

Com relação às colheitas em todos os meses do ano, o nível médio (\pm DP) de testosterona foi de 287,54 \pm 254,08 ng/dL (Figura 2), enquanto o de androstenediona foi de 0,16 \pm 0,16 ng/mL (Figura 2), ambos apresentaram um ritmo circanual, não tão marcante quanto o obtido por Lincoln (1976), mas com ampla variação entre os meses ($p < 0,01$ para testosterona e $p < 0,05$ para androstenediona), sendo os níveis mais baixos obtidos de junho a outubro (inverno e primavera; respectivamente: junho 206,53; agosto 199,95 e outubro 253,01 ng/dL para testosterona) e, os mais altos, de dezembro a abril (verão e outono; respectivamente: dezembro 376,12; fevereiro 290,32 e abril 399,30 ng/dL para testosterona). A testosterona apresentou-se na forma de picos, como já haviam referido Stelmasiak (1979), Ortavant et al. (1982), D'Occhio e Brooks (1983b) e Egbunike (1996), resultando em comportamentos quadrático, cúbico e quártico, não permitindo a utilização de uma equação para explicá-los (Figura 2). Estes resultados assemelham-se àqueles descritos por Lincoln et al. (1990), Khammar et al. (1996), Pérez-Clariget et al. (1998), Taha et al. (2000), os quais também verificaram uma menor quantidade de picos nas 24 horas com uma menor amplitude destes picos e concentrações basais mais baixas de testosterona no inverno e na primavera, aumentando no outono, contrariando outros (SCHANBACHER e LUNSTRA, 1976; UDALA, 1992), que obtiveram maiores concentrações no inverno. Já Gastel et al. (1995) encontraram níveis bastante variáveis ao longo do ano, com valores maiores no outono, que diminuíam no inverno e alcançavam o mínimo na primavera e no verão, enquanto El-Alamy et al. (2001) evidenciaram aumentos na testosterona cerca de dois meses após o solstício de inverno. Bicudo (1999) verificou menores níveis de testosterona e androstenediona no inverno. Outros autores citam que a testosterona eleva-se na transição para a estação reprodutiva (BORQUE; SAGÜÉS, 1993; EL-ALAMY et al., 2001), dos quais aproximam-se os resultados visualizados na Figura 2, em que os níveis de testosterona e androstenediona aumentaram a partir de setembro/outubro, até atingirem picos em dezembro e abril. A testosterona e a androstenediona manifestaram-se como variáveis dependentes em uma correlação positiva e significativa, o que pode ser comprovado pelo paralelismo dos resultados encontrados ao longo dos meses. Essa dependência justifica-se pelo fato da formação conjunta destes dois esteróides gonadais nas células de Leydig dos testículos (MCDONALD; PINEDA, 1989), demonstrando a conversão de androstenediona em testosterona (STABENFELDT; EDQVIST, 1996). Wong et al. (1977) colocam que a androstenediona e a testosterona são diferentes no modelo de secreção por variações nos compostos secretados pelos testículos e no metabolismo proteico.

A androstenediona demonstrou uma variação em função do mês, tendo o mês de dezembro apresentado o pico máximo (0,21 ng/mL), apesar dos baixos valores obtidos, curva visualizada na Figura 2, revelando ter comportamento quadrático, onde os menores níveis foram observados em junho, agosto e outubro (0,14 ng/mL). Os baixos valores obtidos na quantificação da androstenediona, ainda que fisiologicamente paralelos aos de testosterona, e mesmo com a duplicação do volume utilizado de cada amostra testada

podem indicar baixa sensibilidade do kit hormonal utilizado, levando à consideração da necessidade de desenvolvimento de novos estudos, talvez com o uso de métodos de extração para a determinação de seus níveis plasmáticos. Este mesmo problema já havia sido evidenciado no experimento de Bicudo (1999).

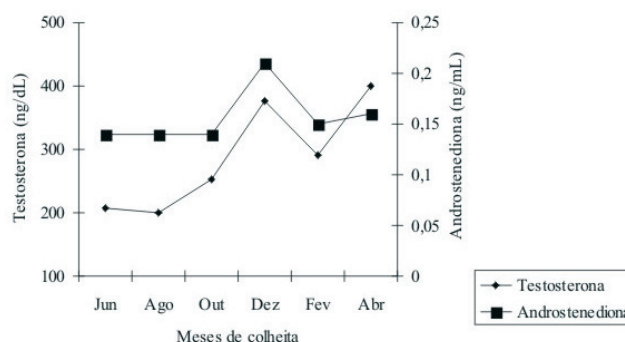


Figura 2 - Concentrações médias (ng/dL) de testosterona e androstenediona (ng/mL) em carneiros Ideal-Polwarth (n=5), em Botucatu/SP, ao longo de 12 meses, com colheitas (n=6) a cada 2 meses.

Um fator relevante ao avaliar-se a influência estacional na endocrinologia reprodutiva é a raça, como já afirmaram Darbeida e Brudieux (1980), D'Occhio e Brooks (1983a) e Lincoln et al. (1990), a qual pode determinar uma maior ou menor resposta de secreção e liberação de andrógenos nas diferentes estações do ano. Conforme Lincoln et al. (1990), as diferenças entre raças são devidas às variações nos mecanismos neuroendócrinos centrais, transmitindo os efeitos da duração do fotoperíodo e controlando a secreção de gonadotrofinas da hipófise, além de uma diferença na receptividade funcional do testículo ao LH para secretar os seus andrógenos (ROSELLI et al., 2002).

O nível de produção de andrógenos foi mantido ao longo de todo o ano, mesmo que com concentrações mais baixas em determinados períodos, exatamente como afirmaram Bremner e Kretser (1984) e Gastel et al. (1995). A hipófise pode ter sensibilidade variável aos efeitos de retroalimentação da testosterona nos diferentes estágios do ciclo reprodutivo (LINCOLN et al., 1990; PÉREZ-CLARIGET et al., 1998; ROSELLI et al., 2002).

A duração total da luminosidade diária, por si só, não representa, conforme informações de El-Alamy et al. (2001), o fator determinante no controle das funções reprodutivas dos carneiros, visto que os mesmos apresentam um ritmo endógeno de sensibilidade à luz, estreitamente ligado às exposições prévias dos animais a um certo fotoperíodo.

Conclusões

As concentrações hormonais mantiveram-se constantes ao longo de todo o ano, indicando que a pequena alteração da luminosidade diária, na latitude da região de Botucatu/SP, não determina efeito supressivo sobre o ritmo anual de atividade do eixo hipotálamo-hipófise-testículos.

Os carneiros parecem ter desenvolvido um ritmo

endógeno em suas concentrações hormonais mantendo-se nos mesmos limites ao longo de todo o ano, o qual permitiu a continuidade de suas características reprodutivas, devido à aparente constância na quantidade de luminosidade diária existente nas condições do experimento.

Referências

- BICUDO, S. D. **Estudo da estacionalidade reprodutiva em carneiros Ideal**: níveis séricos de testosterona, androstenediona, triiodotironina, tiroxina; biometria testicular; avaliação das características do sêmen e de parâmetros indicativos de adaptação ao clima. 1999. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.
- BIELLI, A. et al. Does nutrition influence yearly variations of testicular morphology and function in uruguayan Corriedale rams. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 13., 1996, Sydney. **Proceedings...** Sydney: ISAR, 1996. v. 3, p. 11-14.
- BORQUE, C. I. M.; SAGÜÉS, A. N. Influencia de la estacion del año en las concentraciones de testosterona plasmática y en la composición bioquímica del eyaculado en moruecos de raza Manchega. In: JORNADAS SOBRE PRODUCCION ANIMAL, 5., 1993. Zaragoza, **Anais...** Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 1993. v. 2, p. 468-469.
- BREMNER, W. J.; KRETZER, D. M. A study of the reproductive performance of mature Romney and Merino rams throughout the year. In: LINDSAY, D. R.; PEARCE, D. T. **Reproduction in Sheep**. Cambridge: Cambridge University, 1984. p. 16-19.
- DARBEIDA, H.; BRUDIEUX, R. Seasonal variations in plasma testosterone and dihydrotestosterone levels and in metabolic clearance rate of testosterone in rams in Algeria. **J. Reprod. Fertil.** v. 59, n.1, p. 229-235, 1980.
- D'OCCHIO, M. J.; BROOKS, D. E. Seasonal changes in the plasma testosterone concentration and mating activity in Border Leicester, Poll Dorset, Romney and Suffolk rams. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** v. 23, p. 248-253, 1983a.
- D'OCCHIO, M. J.; BROOKS, D. E. Seasonal changes in the plasma testosterone profile in Merino rams. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** v. 23, p. 254-258, 1983b.
- EGBUNIKE, G. N. Diurnal changes in Leydig cell function in sheep in the humid tropics. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 13., 1996, Sydney. **Proceedings...** Sydney: ISAR, 1996. v.3, p. 20-28.
- EL-ALAMY, M. A.; FOOTE, R. H.; HARE, E. Sperm output and hormone concentrations in finn and dorset rams exposed to long- and short-day lighting. **Theriogenol.** v. 56, n. 5, p. 839-854, 2001.
- GASTEL, T.; BIELLI, A.; PÉREZ, R. et al. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. **Anim. Reprod. Sci.** v. 40, p. 59-75, 1995.
- HARVEY, W. R. **User's Guided for LSMLMW PC-1 version**: Mixed model least squares and maximum likelihood computer program. Ohio: State University, 1990.
- KHAMMAR, F.; AMIRAT, Z.; DARBEIDA, H. et al. Annual reproductive cycles in the endocrine activity of testis and ovary in some Algerian breeds of sheep and goats. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 13., 1996, Sydney. **Proceedings...** Sydney: ISAR, 1996. v. 2, p. 1-22.
- LINCOLN, G. A. Seasonal variation in the episodic secretion of luteinizing hormone and testosterone in the ram. **J. Endocrinol.** v. 69, p. 213-226, 1976.
- LINCOLN, G. A.; LINCOLN, C. E.; McNEILLY, A. S. Seasonal cycles in the blood plasma concentration of FSH, inhibin and testosterone, and testicular size in rams of wild, feral and domesticated breeds of sheep. **J. Reprod. Fertil.** v. 88, p. 623-633, 1990.
- MCDONALD, L. E.; PINEDA, M. H. **Veterinary endocrinology and reproduction**. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989.
- ORTAVANT, R.; DAVEAU, A.; GARNIER, D. H. et al. Diurnal variation in release of LH and testosterone in the ram. **J. Reprod. Fertil.** v. 64, p. 347-353, 1982.
- PÉREZ, R.; LOPEZ, A.; CASTRILLEJO, A. et al. Reproductive seasonality of corriedale rams under extensive rearing conditions. **Acta Vet. Scand.** v. c38, p. 109-117, 1997.
- PÉREZ-CLARIGET, R.; FORSBERG, M.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Seasonal variation in live weight, testes size, testosterone, LH secretion, melatonin and thyroxine in Merino and Corriedale rams in a subtropical climate. **Acta Vet. Scand.** v. 39, n. 1, p. 35-47, 1998.
- ROSELLI, C. E.; STORMSHAK, F.; STELLFLUG, J. N. et al. Relationship of serum testosterone concentrations to mate preferences in rams. **Biol. Reprod.** v. 67, n. 1, p. 263-268, 2002.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT. User's Guide, release 6.11 Edition**. Cary: SAS Institute, 1996.
- SCHANBACHER, B. D.; LUNSTRA, D. D. Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in Finnish Landrace and Suffolk rams. **J. Anim. Sci.** v. 43, n. 3, p. 644-650, 1976.
- STABENFELDT, G. H.; EDQVIST, L. E. Processos reprodutivos do macho. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 603-614.
- STELMASIAK, T. The hypothalamo-pituitary-gonadal axis and sexual behaviour in the ram. In: SYMPOSIUM ON BEHAVIOUR IN RELATION TO REPRODUCTION, MANAGEMENT AND WEANING OF FARM ANIMALS, 1979, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 1979. p. 19-21.
- TAHA, T. A.; ABDEL-GAWAD, E. I.; AYOUB, M. A. Monthly variations in some reproductive parameters of Barki and Awassi ram throughout 1 year under subtropical conditions. 1. Semen characteristics and hormonal levels. **Anim. Sci.** v. 71, n. 2, p. 317-324, 2000.
- UDALA, J. The effect of photoperiod on testis size, serum LH, testosterone and prolactin levels and fructose concentration in semen of Polish longwool rams. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 12., 1992, Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: ISAR, 1992. p. 211-213.
- WILSON, P. R.; LAPWOOD, K. R. Studies of hormone secretion in Romney rams: luteinising hormone, testosterone and prolactin plasma profiles, LH/ testosterone interrelationships and the influence of season. **Theriogenol.** v. 9, p. 279-294, 1978.
- WONG, M. S. F.; POST, T. B.; MATTNER, P. E. et al. Plasma androgens in the bull and ram. **Theriogenol.** v. 8, n. 4, p. 202, 1977.



UNIVERSIDADE PARANAENSE

UMUARAMA - CASCAVEL - TOLEDO - PARANAVÁ - CIANORTE - GUAÍRA - FRANCISCO BELTRÃO



Publica artigos na
área de Ciências
Morfofisiológicas,
Farmácia, Fisioterapia,
Educação Física,
Enfermagem,
Odontologia,
Psicologia, etc.

Editora: Prof^a. Andresa Carla Obici

Periodicidade: Quadrimestral

Primeiro Fascículo: v. 1, nº 1, set./dez., 1997

Último Fascículo: v. 10, nº 2, mai./ago., 2006

Praça Mascarenhas de Moraes, s/n. - Umuarama / PR - 87502-210

Fone: (44) 3621-2812, ramal 1311 - Fax: (44) 3621-2849

arqsaude@unipar.br - www.unipar.br

